

# ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ТИТАНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Потанов С.О.**

*Руководитель - профессор, д.х.н. Лебедев В.С.*

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург,  
semen\_potapov@bk.ru

Хлорная металлургия титана – сложный и многостадийный процесс. Тетрахлорид титана - важнейший промежуточный продукт, который является исходным сырьём для получения титановой губки. Вследствие этого производство  $TiCl_4$  относится к основным процессам титанового производства.

В настоящее время при хлорном методе вскрытия титанового концентрата значительная часть ванадия переходит в технический четыреххлористый титан, а затем выделяется при очистке последнего медной пудрой или порошком.

Медь восстанавливает растворимый  $VOCl_3$  до нерастворимого в четыреххлористом титане  $VOCl_2$  согласно реакции:



Кроме соединений ванадия, медный порошок или пудра удаляет серу и некоторые органические вещества. Во время очистки технический  $TiCl_4$  обесцвечивается. Медь реагирует также с растворенным в техническом  $TiCl_4$  хлором,  $FeCl_3$  и  $AlCl_3$ , но последний с массовой долей более 0,01% в техническом  $TiCl_4$  пассивирует порошок, что сказывается на качестве очистки.

В результате образуется кек, содержащий  $Cu$ ,  $CuCl$ ,  $VOCl_2$  и  $TiO_2$ , который хлорируют в расплаве хлоридов натрия и калия, с получением  $VOCl_3$  по реакции:



И отходного медно-хлоридного плава, содержащего до 40% меди. Переработка плава с получением медного порошка, который вернется на процесс фильтрации, является одной из актуальных задач в титановом производстве.

Существует много способов получения медного порошка, но для получения порошка высокой частоты соответствующего технологии фильтрации оптимальным является электролиз.

В лабораторных условиях проведен электролиз медно-ванадиевого кека в растворе соляной кислоты. Эксперимент вели при катодной плотности тока ( $i_k$ ) –  $265 \text{ А/м}^2$  и напряжении на электродах 1,6 В. Технология переработки медно-ванадиевых плавов опробована на медно-ванадиевом кеке, содержащем, %: 49,4 CuCl; 26,7 KCl; 7,6 NaCl; 9,9 MgCl<sub>2</sub>; 1,6 FeCl<sub>2</sub>; 3,0 AlCl<sub>3</sub>; 1,3 TiO<sub>2</sub>; 0,5 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Процесс вели в течение 30 минут при постоянной плотности тока и напряжении на электродах в результате получили мелкодисперсный медный порошок по чистоте и насыпной плотности подходящий для проведения процесса фильтрации технического TiCl<sub>4</sub> от VOCl<sub>3</sub>.

Расчет же выхода по току вызывает небольшие сложности в связи с тем, что если расчет вести на одновалентную медь, электрохимический эквивалент которой составляет  $2,369 \text{ г/(А*ч)}$ , то выход по току исходя из известной формулы составит:

$$A = (q_p/q_T) * 100\%,$$

где  $q_p$  – масса вещества (осадка), реально выделившаяся при прохождении определенного количества электричества через электролит;  $q_T$  – масса вещества (осадка), которая должна была бы выделиться.

$q_p$  составила 0,21 г.,  $q_T$  рассчитываем по формуле:

$$q_T = I * \tau * \mathcal{E},$$

где  $I$  – сила тока, А;  $\tau$  – время проведения процесса, ч;  $\mathcal{E}$  – электрохимический эквивалент,  $\text{г/(А*ч)}$  для одновалентной меди  $2,369 \text{ г/(А*ч)}$ .

Следовательно  $q_T = 0,2 \text{ А} * 0,5 \text{ ч} * 2,369 \text{ г/(А*ч)} = 0,2369 \text{ г}$ . Тогда выход по току составляет  $A = (0,21 \text{ г} / 0,2369 \text{ г}) * 100\% = 88,64\%$  с расчетом на одновалентную медь, если же расчет вести на двухвалентную медь, то цифры будут, как не сложно посчитать в два раза больше, что вряд ли соответствует действительности. При этом нельзя сбрасывать со счетов возможность перехода одновалентной меди в двухвалентную и обратно, как и миграцию ионов.

Состав медно-ванадиевого кека титанового производства является сложным для переработки, т.к. хлорид одновалентной меди очень не стабильное соединение, образует различные комплексы, окисляется и разлагается на свету и во влажном воздухе, при этом плохо растворим в воде.

Плав впервые подвергся электролизу, и результаты оправдали ожидания, конечно технология ещё нуждается в доработке, необходимо увеличить плотность тока, выход по току, чистоту получаемого медного

порошка, а так же провести промышленные испытания на титановом заводе.

#### Библиографический список

1. Байбеков М. К. Производство четыреххлористого титана / М. К. Байбеков, В. Д. Попов, И. М. Чепрасов. – М.: Металлургия, 1987. 96 с.
2. Байтенов Н. А. Производство тетрахлорида и двуокиси титана / Н. А. Байтенов, Н. Н. Рубан, Э. Н. Сулейменов, Е. И. Мачкасов. – Издательство «Наука» Казахской ССР, 1974, 254 с.
3. Гармата В. А. Титан / В. А. Гармата, А. Н. Петрунько, Н. В. Галицкий. - М.: Металлургия, 1983. 559 с.
4. Лучинский Г. П. Четыреххлористый титан. – М.: Химия, 1971. 472 с.
5. Резниченко В. А. Химия титана / В. А. Резниченко, В. С. Устинов, И. А. Карязин. – М.: Наука, 1982. 277 с.
6. Тарасов А. В. Металлургия титана. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 328 с.
7. Дробот Д. В., Чуб А. В. и др. Проблемы применения хлорных методов в металлургии редких металлов. М.: Металлургия. 1991. 191 с.
8. Парфенов О. Г., Пашков Г. Л. Проблемы современной металлургии титана. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2008. 279 с.